

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Cu-Pd, УПОРЯДОЧИВАЮЩИХСЯ ПО ТИПУ В2

Новикова О.С.

Руководитель – д.т.н. Волков А.Ю.

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург
oksananov@el.ru

Сплавы системы медь-палладий вблизи эквиатомного состава изучаются достаточно давно. Физико-химические свойства этих сплавов привлекательны для приборостроения и химической промышленности, а вопросы перестройки кристаллической решетки и особенности структурно-фазовых превращений представляют интерес с точки зрения физики твердого тела. Бинарные сплавы Cu-Pd вблизи эквиатомного состава находят широкое применение в промышленности в качестве проводников слабых электрических сигналов и как катализаторы.

Ранее наибольший интерес представлял сплав Cu-40Pd (здесь и далее состав приведен в атомных процентах), который имеет максимальную температуру фазового перехода и наивысшую скорость превращений. В настоящее время интерес исследователей постепенно смещается в сторону сплавов с повышенным содержанием палладия, поскольку они отличаются большей коррозионной стойкостью, лучшей электропроводностью и более высокой каталитической способностью, что позволяет использовать их в энергосберегающих технологиях.

Несмотря на большое количество исследований, не все особенности структурно-фазового перехода в сплавах Cu-Pd до конца выяснены. Кроме того, разные исследователи, занимаясь изучением этих сплавов, получают отличающиеся друг от друга результаты. В частности, значения энергии активации процесса упорядочения, вычисленные в разных работах, лежат в интервале 70–180 кДж/моль.

Целью данной работы является изучение формирования структуры и свойств сплавов Cu-Pd в ходе фазовых превращений, построение температурных зависимостей физико-механических свойств, а также изучение кинетики превращения порядок-беспорядок и расчет энергии активации процесса упорядочения.

Кинетические кривые были построены для сплава Cu-47Pd, находящегося в разупорядоченном состоянии. Исследование проводилось путем резистометрических измерений при изотермических отжигах в расплаве солей. Графики в координатах $T - \lg t$ (где T – температура, t – время эксперимента) были построены при степенях превращения 20, 40, 60, 80 и 100%. На рисунке 1 представлены диаграммы кинетики изотермического упорядочения сплава Cu-47Pd. Поскольку данный процесс является диффузионным, полученные диаграммы имеют С-образный характер.

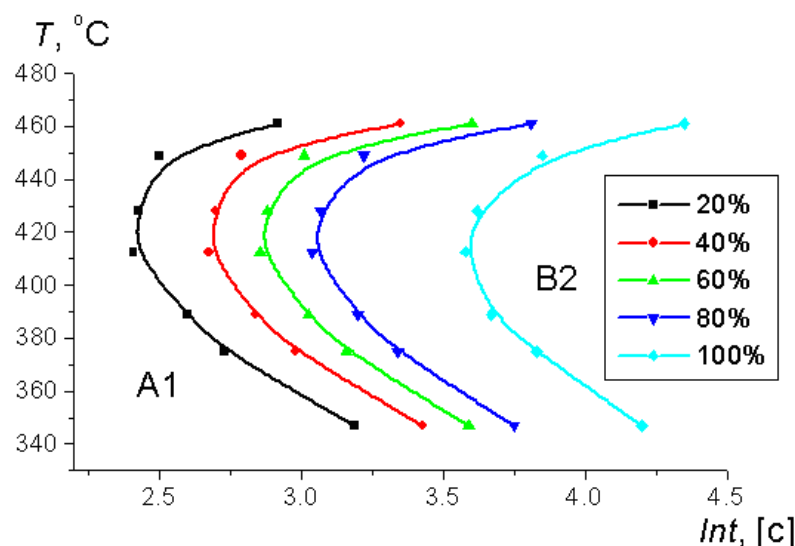


Рисунок 1 – Диаграммы кинетики изотермического упорядочения сплава Cu-47Pd

Кривые изотермической реакции обычно трактуют на основе уравнения Джонсона – Мехла – Авраами:

$$y = 1 - \exp[-(k \cdot t)^n], \quad (1)$$

где n – степень, связанная с механизмом превращения, k – константа скорости превращения при данной температуре, t – время превращения.

В процессе структурно-фазовых превращений значения параметров n и k сильно изменяются с повышением температуры. В нашем случае коэффициент n зависит от температуры следующим образом: с повышением температуры значение n изменяется от $\approx 1,5$ до $\approx 1,1$.

Энергия активации E определяется из уравнения Аррениуса:

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{R \cdot T}\right), \quad (2)$$

где A – константа, R – газовая постоянная, T – абсолютная температура.

Величина энергии активации, вычисленная по тангенсу угла наклона прямолинейного участка кривой зависимости $\ln k$ от $1/T$, оказалась равной 95 кДж/моль. Величина энергии активации при $n \approx 1,1$ составила 315 кДж/моль.

На основании этих данных можно сделать вывод о том, что в данной системе сплавов существует два механизма формирования структуры в процессе фазовых превращений. Были исследованы микроструктура и свойства образцов сплава Cu-39 ат.% Pd. На рисунке 2 приведены снимки образцов, структура которых была сформирована при закалке от двух разных температур: 650°C (вблизи температуры превращения порядок-беспорядок) и 850°C. Видны существенные отличия морфологии: в температурном интервале 600–690°C происходит формирование мартенсито-

подобной структуры. Микротвёрдость сплава, упорядоченного после отжига в этом температурном интервале, повышается в $\sim 1,5$ раза.

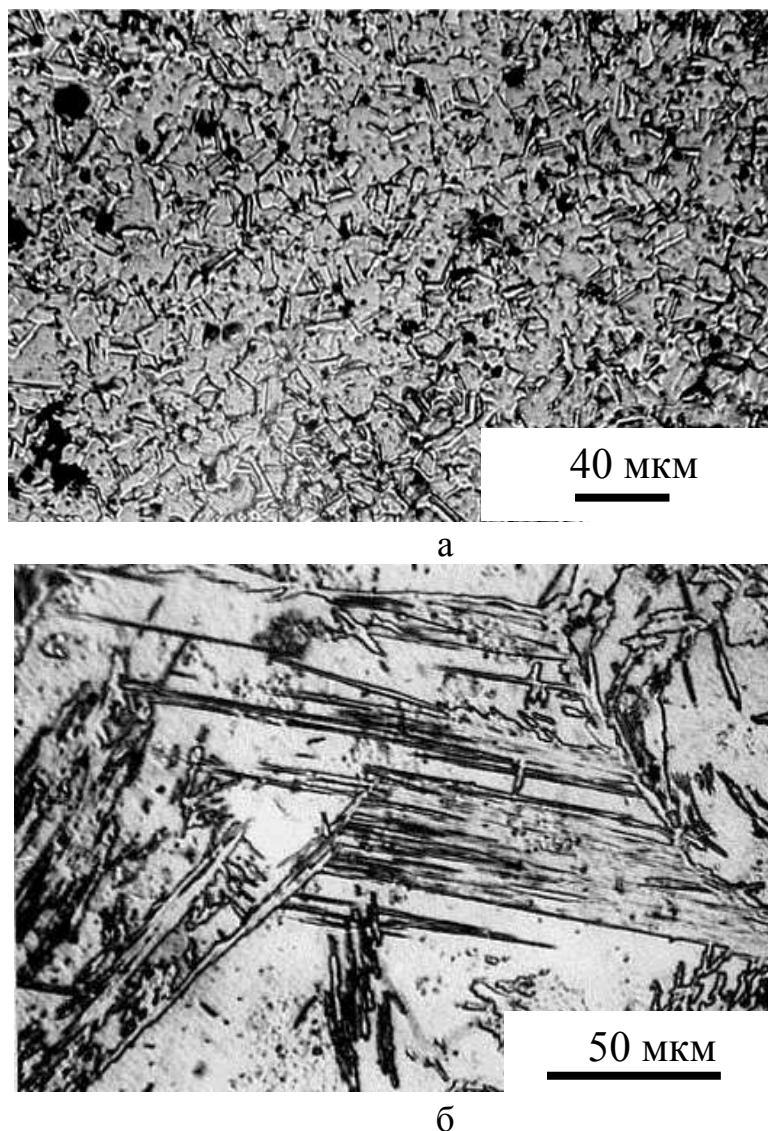


Рисунок 2 – Микроструктура сплава Cu-39 ат.% Pd после обработки: а – 750°C, 3 ч, закалка в воду; б – 850°C, закалка в воду + 650 °C, 28 ч, закалка в воду

Подробный анализ полученных результатов и сравнение с литературными источниками позволили понять причину расхождения экспериментальных результатов, возникающих у различных авторов при изучении сплавов Cu-Pd. Оказалось, что каждая исследовательская группа получает и изучает только одно из возможных структурных состояний.

Проделанная работа выявила необходимость продолжения исследований сплавов Cu-Pd с целью изучения их структуры и свойств в различных структурных состояниях.